

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07185862
PUBLICATION DATE : 25-07-95

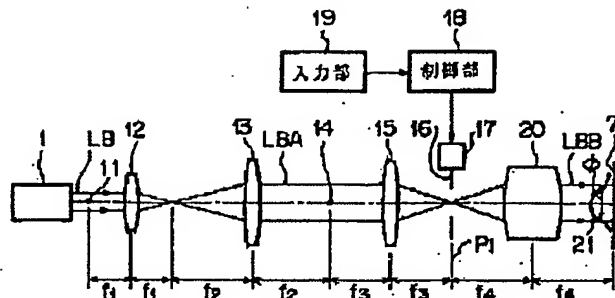
APPLICATION DATE : 28-12-93
APPLICATION NUMBER : 05335033

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : OMORI TAKEO;

INT.CL. : B23K 26/06 G02B 27/09

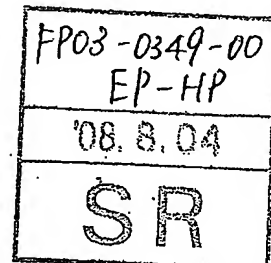
TITLE : LASER BEAM MACHINING DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a small laser beam machining device in which the intensity distribution of a machining beam for a work to be irradiated with is made like an Gaussian distribution and by which irradiation areas of different sizes can be irradiated with the machining beam.

CONSTITUTION: The beam diameter of a later beam LB from a laser light source 1 is expanded/contracted through a beam expander consisting of a first lens 12 and a second lens 13, a laser beam emitted from the beam expander is converged on the opening of a variable aperture diaphragm 16 through a relay lens 15, the laser beam passed through the variable aperture diaphragm 16 is converted to a nearly parallel luminous flux by an objective lens 20, and a work 7 is irradiated with it.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-185862

(43) 公開日 平成7年(1995)7月25日

(51) IntCl.

B 2 3 K 26/06

識別記号

E

A

J

Z

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

G 0 2 B 27/ 00

E

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-335033

(22) 出願日

平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大森 健雄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

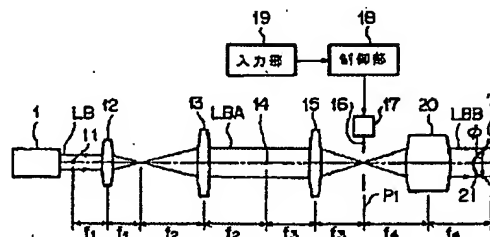
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【目的】 被加工物に照射する加工ビームの強度分布をガウス分布状として、且つ種々の大きさの照射領域に加工ビームを照射できる小型のレーザ加工装置を提供する。

【構成】 レーザ光源1からのレーザビームLBのビーム径を、第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるビームエキスパンダを介して伸縮し、ビームエキスパンダから射出されるレーザビームをリレーレンズ15を介して可変開口絞り16の開口上に集光し、可変開口絞り16を通過したレーザビームを対物レンズ20によりほぼ平行光束に変換して被加工物7上に照射する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザビームを所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザ加工装置において、レーザ光源と、

該レーザ光源から射出されたレーザビームを所定の絞り面上に集光する集光光学系と、

該集光光学系により集光された後に発散するレーザビームをほぼ平行光束にして前記被加工面上に照射する対物レンズと、

前記所定の絞り面上に集光されたレーザビームの一部の領域を遮光する可変開口絞りと、を有し、前記可変開口絞りにより前記被加工面上でのレーザビームの照射領域を設定することを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】 前記レーザ光源と前記集光光学系との間に、前記レーザ光源から射出されたレーザビームの断面形状を拡大又は縮小して前記集光光学系に導くビーム径変換光学系を配置したことを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【請求項3】 レーザビームを所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザ加工装置において、レーザ光源と、

2つの互いに焦点距離の異なる第1レンズ及び第2レンズよりなり、前記レーザ光源から射出されたレーザビームを前記第1レンズにより一度集光した後、集光後に発散するレーザビームを前記第2レンズによりほぼ平行光束に変換することにより、前記レーザ光源から射出されるレーザビームの断面形状を伸縮するビーム径変換光学系と、

該ビーム径変換光学系から射出されるレーザビームを集光する集光光学系と、

該集光光学系により集光された後に発散するレーザビームをほぼ平行光束にして前記被加工面上に照射する対物レンズと、

前記ビーム径変換光学系中の前記第1レンズにより集光されたレーザビームの一部の領域を遮光する可変開口絞りと、を有し、前記可変開口絞りにより前記被加工面上でのレーザビームの照射領域を設定することを特徴とするレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばレーザビームを集光して所定のパターンの切断又は溶接等を行うリベア装置等に適用して好適なレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば半導体素子の所定のパターンを切断若しくは溶接する際に使用されるリベア装置、又はレーザビームを用いるアニール装置等においては、所定の大きさに集光したレーザビームが加工対象物に照射される。この際に、レーザ光源から射出されるビームの強度分布は、一般に中心部が強く、周辺部が弱いガウス分布

を呈している。

【0003】 図5は、従来のこの種のレーザ加工装置を示し、この図5において、レーザ光源1から射出されたガウス分布を呈するレーザビームLBが、凸レンズ2a及び2bよりなるビームエキスパンダ2により断面形状が拡大されてレーザビームLB1となり、レーザビームLB1がリレーレンズ5及び対物レンズ6を介して被加工物7上に照射されている。

【0004】 ところで、被加工物7が例えば半導体のヒューズである場合、この半導体のヒューズの切断又は溶接等の加工を行う際には、ヒューズの幅、ヒューズ間の間隔等により、被加工物の表面での加工用のレーザビーム（以下、「加工ビーム」という。）の照射領域の大きさを変えて加工が行われる。照射領域の大きさを変えるためには、先ず被加工物7と共役な位置に視野絞りを設置し、この視野絞りの開口形状を調整する手法が考えられる。しかしながら、この手法は、例えば図5において、加工ビームの強度分布をほぼ一定（平坦）な分布とする場合、即ち加工ビームを幾何光学的に扱える場合の手法である。

【0005】 これに対して、例えば半導体中の保護膜の特に厚いヒューズを切断する場合等には、被加工物7に照射する加工ビームの強度分布をほぼガウス分布のままとしておくことが望ましい。以下では、中心部の強度分布が強く、周辺部に向かうに従って次第に強度が低下する光強度分布をガウス分布状の強度分布と呼ぶ。このように加工ビームの強度分布をガウス分布状として、且つ照射領域を切り換える方法として、従来は、①ビームエキスパンダを倍率の異なるものと交換する方法、及び②倍率の異なるビームエキスパンダを機械的に切り換える方法、が用いられていた。

【0006】 図6は、ビームエキスパンダを交換する方法の説明図であり、この図6(a)、(b)及び(c)に示すように、それぞれ倍率の異なるビームエキスパンダ3、2又は4の何れかを図5のレーザ光源1とリレーレンズ5との間に装着する。この場合、ビームエキスパンダ3、2又は4から射出されるレーザビームLB2、LB1又はLB3のビーム径はそれぞれ異なっているため、最終的に被加工物7上に照射される加工ビームの照射領域の大きさが切り換えられる。

【0007】 また、図7は、倍率の異なるビームエキスパンダを機械的に切り換える装置の要部を示し、この図7において、レーザ光源1から射出されるレーザビームLBの光路上に、着脱自在で且つ光軸に対して斜めのミラー8A及び8Bを挟んでビームエキスパンダ3が設置されている。また、ミラー8A及び8Bの反射面側にそれぞれ着脱自在に斜めに配置されたミラー9A及び9Bの間にビームエキスパンダ2が配置され、ミラー9A及び9Bの裏面側にそれぞれ着脱自在に斜めに配置されたミラー10A及び10Bの間にビームエキスパンダ4が

配設されている。

【0008】図7において、ミラー8A及び8BをレーザービームLBの光路から退避させることにより、ビームエキスパンダ3からのレーザービームLB2が取り出され、ミラー8A及び8Bを光路に戻し、且つミラー9A及び9Bを光路上に設置しておくことにより、ビームエキスパンダ2からのレーザービームLB1が取り出される。更に、ミラー9A及び9Bを退避させて、ミラー10A及び10Bを光路上に設置することにより、ビームエキスパンダ4からのレーザービームLB3が取り出される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来のレーザー加工装置においては、被加工物7に照射する加工ビームの強度分布をガウス分布状として、且つ照射領域の大きさを切り換えるために、倍率の異なるビームエキスパンダを切り換えていた。しかしながら、この方式では所望の照射領域の大きさに応じてそれぞれ異なる倍率のビームエキスパンダを用意しなければならず、照射領域の大きさが数種類に限定されてしまうという不都合があった。また、切り換え用に備えた複数のビームエキスパンダの分だけ、加工装置全体が大がかりなものになってしまうという不都合もあった。

【0010】本発明は斯かる点に鑑み、被加工物に照射する加工ビームの強度分布をガウス分布状として、且つ種々の大きさの照射領域に加工ビームを照射できる小型のレーザー加工装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による第1のレーザー加工装置は、例えば図1に示す如く、レーザービームを所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザー加工装置において、レーザー光源(1)と、このレーザー光源から射出されたレーザービーム(LB)を所定の絞り面(P1)上に集光する集光光学系(15)と、この集光光学系により集光された後に発散するレーザービームをほぼ平行光束にして被加工面(7)上に照射する対物レンズ(20)と、所定の絞り面(P1)上に集光されたレーザービームの一部の領域を遮光する可変開口絞り(16)とを有し、可変開口絞り(16)により被加工面(7)上でのレーザービーム(LB)の照射領域を設定するものである。

【0012】この場合、レーザー光源(1)と集光光学系(15)との間に、レーザー光源(1)から射出されたレーザービーム(LB)の断面形状を拡大又は縮小して集光光学系(15)に導くビーム径変換光学系(12、13)を配置することが望ましい。また、本発明の第2のレーザー加工装置は、例えば図4に示すように、レーザービームを所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザー加工装置において、レーザー光源(1)と、2つの互いに焦点距離の異なる第1レンズ(12)及び第2レンズ(1

3)よりなり、レーザー光源(1)から射出されたレーザービーム(LB)を第1レンズ(12)により一度集光した後、集光後に発散するレーザービームを第2レンズ(13)によりほぼ平行光束に変換することにより、レーザー光源(1)から射出されるレーザービーム(LB)の断面形状を伸縮するビーム径変換光学系(12、13)と、このビーム径変換光学系から射出されるレーザービームを集光する集光光学系(15)と、この集光光学系により集光された後に発散するレーザービームをほぼ平行光束にして被加工面(7)上に照射する対物レンズ(20)と、そのビーム径変換光学系中の第1レンズ(12)により集光されたレーザービームの一部の領域を遮光する可変開口絞り(22)とを有し、この可変開口絞りにより被加工面(7)上でのレーザービームの照射領域を設定するものである。

【0013】

【作用】斯かる本発明の第1のレーザー加工装置によれば、レーザー光源(1)から射出されるレーザービーム(LB)の強度分布はほぼガウス分布であり、このほぼガウス分布のレーザービーム(LB)が集光光学系(15)により絞り面(P1)上にフーリエ変換される。また、絞り面(P1)上の可変開口絞り(16)により制限された領域の光が、対物レンズ(20)により逆フーリエ変換されて被加工面(7)上に照射される。

【0014】この場合、図2(a)に示すように、可変開口絞り(16)を絞り込むと、被加工面(7)上の照射領域は分布曲線21Aで示すようになだらかなガウス分布状となり、照射領域の幅φ₁は大きくなる。逆に、図2(b)に示すように、可変開口絞り(16)を開けると、被加工面(7)上の照射領域は分布曲線21Bで示すように鋭いピークのガウス分布状となり、照射領域の幅φ₂は大きくなる。従って、可変開口絞り(16)により照射領域の大きさが種々に切り換えられる。

【0015】また、ビーム径変換光学系(12、13)を配置した場合、このビーム径変換光学系(12、13)から射出されるレーザービームは、集光光学系(15)及び対物レンズ(20)に関して被照射面(7)上のレーザービームとほぼ共役である。そこで、ビーム径変換光学系(12、13)により被照射面(7)上の最小の照射領域を設定し、照射領域をそれより大きくしたいときには、可変開口絞り(16)の開口径を絞るようにする。

【0016】次に、本発明の第2のレーザー加工装置によれば、第1レンズ(12)により集光されたレーザービームの一部を遮光する可変開口絞り(22)の設置面(P2)は、上述の第1のレーザー加工装置の可変開口絞り(16)の設置面(P1)とほぼ共役である。従って、可変開口絞り(22)によっても被照射面(7)上での照射領域の大きさが調整できる。

【0017】

【実施例】以下、本発明によるレーザ加工装置の第1実施例につき図1～図3を参照して説明する。図1は本実施例のレーザ加工装置を示し、この図1において、レーザ光源1としては、Nd:YLFレーザ光源、Nd:YAGレーザ光源、又はアルゴンレーザ光源等が使用され、レーザ光源1がNd:YLFレーザ光源である場合、レーザ光源1からのレーザビームLBとして、例えば波長1047nmのレーザビームが使用される。レーザ光源1から射出されたレーザビームLBは、断面での強度分布がガウス分布を呈する平行光束として、焦点距離 f_1 の第1レンズ、及び焦点距離 f_2 ($f_2 > f_1$)の第2レンズ13よりなるビームエキスパンダに入射する。レーザビームLBは、第1レンズ12により一度集光されて発散した後、第2レンズ13により平行光束のレーザビームLBAに変換される。

【0018】レーザ光源1から射出されたレーザビームLBのビーム径の最も小さい位置、即ち第1のビームウェスト位置11は、第1レンズ12の前側焦点位置にあり、第1レンズ12と第2レンズ13との間隔は ($f_1 + f_2$) であり、第2レンズ13の後側焦点位置が、レーザビームLBAのビーム径が最も小さくなる第2のビームウェスト位置14となっている。第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるビームエキスパンダにより、レーザビームLBAの第2のビームウェスト位置14におけるビーム径は、レーザビームLBの第1のビームウェスト位置11におけるビーム径と比べて f_2/f_1 に拡大されている。

【0019】本実施例では、第2のビームウェスト位置14が焦点距離 f_3 のリレーレンズ15の前側焦点位置となり、リレーレンズ15から距離 ($f_3 + f_4$) 離れた位置に焦点距離 f_4 の対物レンズ20が配置されている。そして、第2レンズ13から射出されたレーザビームLBAは、リレーレンズ15により、リレーレンズ15の後側焦点位置のフーリエ変換面 (以下、「絞り面」と呼ぶ) P1上に集光され、その絞り面15から発散するレーザビームが対物レンズ20により平行な加工ビームLBBに変換され、加工ビームLBBが対物レンズ20の後側焦点位置にある被加工物7上に照射される。即ち、対物レンズ20から射出される加工ビームLBBのビームウェスト位置が、被加工物7の加工面上に設定されている。

【0020】また、絞り面P1上に可変開口絞り16を設置する。絞り面P1は、対物レンズ20の入射端面でもあり、可変開口絞り16の開口径により対物レンズ20の開口数NA (対物レンズ20から射出される加工ビームLBBの開口数NA) が定まる。可変開口絞り16としては、虹彩絞り、又は複数の異なる開口が形成されたターレット板等が用いられる。可変開口絞り16には、開口径を切り換えるための駆動部17を装着する。例えばオペレータがキーボード等の入力部19を介して

制御部18に被加工物7の種類等の情報を入力すると、それに応じて制御部18が、駆動部17を介して可変開口絞り16の開口径を調整する。これにより、対物レンズ20の開口数NAが調整される。

【0021】次に、本実施例の動作につき説明する。まず、第2のビームウェスト位置14でのレーザビームLBAの強度分布はガウス分布をなし、リレーレンズ15により、そのフーリエ変換像がリレーレンズ15の後側焦点面、即ち絞り面P1に形成される。この絞り面P1でのレーザビームの強度分布もガウス分布であり、絞り面P1上でのフーリエ変換像は、対物レンズ20により更に逆フーリエ変換され、被加工物7上に第2のビームウェスト位置でのレーザビームLBAの像が形成される。従って、被加工物7の表面での加工ビームLBBの強度分布は、分布曲線21で示すようにガウス分布状であり、自然対数の底eを用いて、例えば強度分布がピーク値の $1/e^2$ となる位置の幅φを加工ビーム径とする。この加工ビーム径φを、照射領域の直径とみなすことができる。

【0022】この場合、図2(a)に示すように、可変開口絞り16の開口径を絞って、リレーレンズ15の後側焦点面 (絞り面P1) 上のフーリエ変換像の周辺部を除去すると、対物レンズ20で更に逆フーリエ変換して得られた加工ビームLBBの被加工物7上での強度分布は、分布曲線21Aで示すようになだらかに広がるようになり、ビーム径φ₁は大きくなる。一方、図2(b)に示すように、可変開口絞り16を開けると、加工ビームLBBの被加工物7上での強度分布は、分布曲線21Bで示すように鋭いピークを持つようになり、ビーム径φ₂は小さくなる。従って、可変開口絞り16の開口径を調整することにより、被加工物7上での加工ビームLBBのビーム径φ、即ち照射領域の大きさを変えることができる。例えば可変開口絞り16が虹彩絞りである場合には、照射領域の大きさを所定範囲で連続的に変えることができる。

【0023】また、図1において、第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるビームエキスパンダの倍率 f_2/f_1 を定めるには、可変開口絞り16の開口径を、絞り面P1におけるフーリエ変換像の周辺部を遮光しないように十分な大きさに広げる。この状態では被加工物7上での加工ビームLBBのビーム径φが最小値φ_{min}となる。そこで、このビーム径φ_{min}が被加工物7上での所望のビーム径の内の最小値になるように、ビームエキスパンダの倍率 f_2/f_1 を定めるようにする。そして、加工ビームLBBのビーム径 (加工ビーム径) φをφ_{min}より大きくするには、可変開口絞り16の開口径を絞って、対物レンズ20の開口数NAを小さくすればよい。

【0024】図3は、加工ビーム径φと対物レンズ20の開口数NAとの関係を示し、この図3に示すように、対物レンズ20の開口数NAは加工ビーム径φにほぼ反

比例する。具体的に、対物レンズ20の焦点距離は f_4 であるため、加工ビームの波長を λ 、所定の係数を k として、開口数NAは次のようになる。

$$NA = k \cdot \lambda / \phi \quad (1)$$

従って、図3の関係、即ち(1)式に必要とする加工ビーム径 ϕ を当てはめることにより、そのときに設定すべき開口数NAが求められる。例えば、加工ビーム径が2 μm となるときの対物レンズ20の開口数NAが0.45、 $k=0.86$ 、 $\lambda=1.047\mu\text{m}$ (YLFレーザーの場合)であったとすれば、加工ビーム径を5 μm とするには、対物レンズ20の開口数は約0.18($=2 \cdot 0.45/5$)となる。なお、本実施例では係数 k を例えば0.8~1.3程度とする事ができる。

【0025】次に、本発明の第2実施例につき図4を参照して説明する。図4において、図1に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。図4は本実施例のレーザー加工装置を示し、この図4において、ビームエキスパンダを構成する第1レンズ12の後側焦点面(フーリエ変換面)P2に可変開口絞り22を設置し、可変開口絞り22の開口径を駆動部23により調整する。可変開口絞り22としては、図1の可変開口絞り16と同じターレット板方式、又は虹彩絞り等を使用できる。そして、本実施例では、リレーレンズ15の後側焦点面である絞り面P1には開口絞りを設置しない。その他の構成は図1と同様である。

【0026】この場合、第1レンズ12の後側焦点面P2は、絞り面P1と共役である。従って、可変開口絞り22の開口径を調整することにより、図1の可変開口絞り16の開口径を調整する場合と同様に、被加工物7上での加工ビームLBBの強度分布をガウス分布状として、且つビーム径を調整することができる。なお、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0027】

【発明の効果】本発明の第1又は第2のレーザー加工装置によれば、レーザー光源から射出されたレーザービームのフーリエ変換パターンの一部の領域を可変開口絞りにより

遮光して、被加工面上での照射領域を設定しているため、被加工面上で強度分布をガウス分布状として、且つ照射領域の大きさを種々に設定できる利点がある。また、ビームエキスパンダ等を交換する方式と比べて装置全体が小型化できる利点がある。

【0028】また、レーザー光源と集光光学系との間にビーム径変換光学系を配置した場合には、被加工面上で必要な最小の照射領域の大きさに応じてそのビーム径変換光学系の倍率を決めた後、それより照射領域を広くしたいときには可変開口絞りの口径を小さくすればよい。従って、レーザー光源からのレーザービームを高い効率で被加工面上に照射できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザー加工装置の第1実施例を示す構成図である。

【図2】(a)は図1で可変開口絞り16を絞った状態の説明図、(b)は図1で可変開口絞り16を開けた状態の説明図である。

【図3】加工ビーム径 ϕ と対物レンズの開口数NAとの関係を示す図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す構成図である。

【図5】従来のビームエキスパンダを交換する方式のレーザー加工装置を示す構成図である。

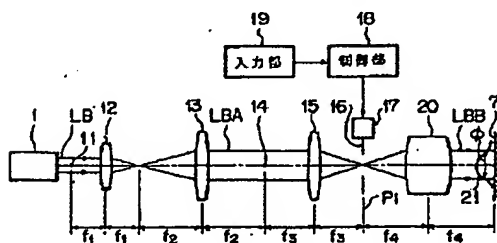
【図6】図5のレーザー加工装置において交換される3個のビームエキスパンダを示す構成図である。

【図7】従来のビームエキスパンダを切り換える方式のレーザー加工装置を示す要部の構成図である。

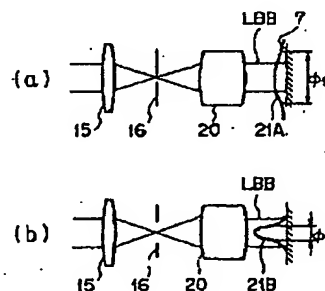
【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- LB レーザビーム
- 7 被加工物
- 11, 14 ビームウェスト位置
- 12, 13 ビームエキスパンダを構成するレンズ
- 15 リレーレンズ
- 16 可変開口絞り
- 20 対物レンズ
- 22 可変開口絞り

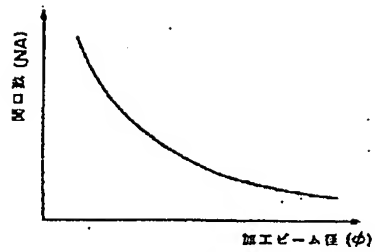
【図1】



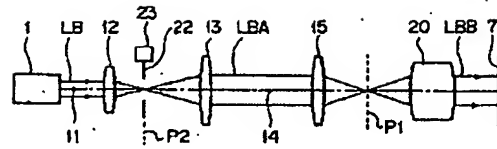
【図2】



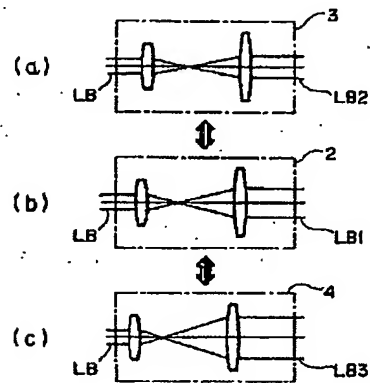
【図3】



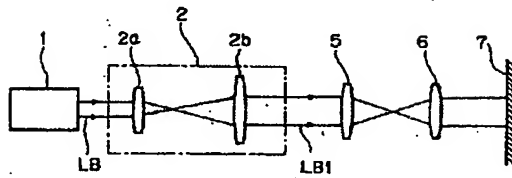
【図4】



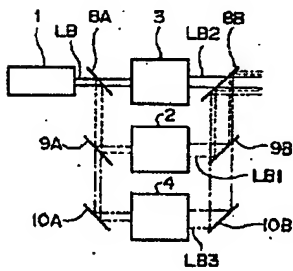
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 27/09